

Кафедра залізничних станцій та вузлів

УДОСКОНАЛЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ
КОНТЕЙНЕРНИМИ ПЕРЕВЕЗЕННЯМИ ЗАЛІЗНИЦЕЮ В УМОВАХ
НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Пояснювальна записка та розрахунки
до кваліфікаційної роботи

УАТУК.300.00.00.000 ПЗ

Розробив студент групи 213-МКТ-Д24
спеціальності 275 / 275.02 (роботу
виконано самостійно, відповідно до
принципів академічної доброчесності)



(підпис)

Анастасія ОСТРОВЕРХ

Керівник: доцент, кандидат техн. наук

Аліна КОЛІСНИК

Рецензент: доцент, кандидат техн. наук

Ольга ШАПАТІНА

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 16 слайдів презентації, 79 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 20 рисунків, 4 таблиці, 35 літературних джерела.

Ключові слова: АВТОМАТИЗОВАНА ТЕХНОЛОГІЯ, ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТРАНСПОРТ, УМОВИ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ КОНТЕЙНЕРНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ.

Об'єктом дослідження є процес організації контейнерних перевезень.

Метою дослідження є удосконалення автоматизованої технології управління контейнерними перевезеннями залізницею в умовах невизначеності за рахунок впровадження системи підтримки прийняття рішень при оперативному плануванні транспортування контейнеропотоків з метою зменшення простоїв контейнерів та експлуатаційних витрат.

У кваліфікаційній роботі вирішено науково-практичне завдання з удосконалення технології контейнерних перевезень на стику залізничного та морського транспорту, з урахуванням факторів невизначеності та ризиків. Оптимізація процесів накопичення, формування та просування контейнерів дозволяє зменшити простої, підвищити пропускну і переробну спроможність терміналів та забезпечити стійкість функціонування транспортної системи України відповідно до світових тенденцій розвитку логістики.

Запропонована автоматизація забезпечує покращення координації між портами та залізничними станціями, скорочуючи час перебування контейнерів у пунктах перевалки та підвищуючи ритмічність транспортного процесу. Удосконалена технологія дозволяє підвищити ефективність використання залізничної інфраструктури та знизити експлуатаційні витрати, що є особливо актуальним в умовах зростання міжнародної конкуренції на ринку транспортних послуг.

ABSTRACT

This qualification work includes 16 presentation slides, 79 pages of an explanatory note in A4 format, featuring 20 figures, 4 tables, and 35 literature references.

Keywords: AUTOMATED TECHNOLOGY, RAIL TRANSPORT, CONDITIONS OF UNCERTAINTY CONTAINER TRANSPORTATION.

The object of the study is the process of organizing intermodal transport.

The purpose of the research is to Improvement of automated technology for managing container transportation by rail in conditions of uncertainty through the introduction of a decision support system for operational planning of container flow transportation with the aim of reducing container downtime and operating costs.

The thesis addresses a scientific and practical problem of improving container transport technology at the junction of rail and sea transport, taking into account factors of uncertainty and risk. Optimizing the processes of accumulation, formation, and movement of containers reduces downtime, increases the throughput and processing capacity of terminals, and ensures the stability of Ukraine's transport system in line with global trends in logistics development.

The proposed automation improves coordination between ports and railway stations, reducing the time containers spend at transshipment points and increasing the regularity of the transport process. The improved technology allows for more efficient use of railway infrastructure and lower operating costs, which is particularly relevant in the context of growing international competition in the transport services market.

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет управління процесами перевезень

Кафедра залізничних станцій та вузлів

Освітній рівень: магістр

Спеціальність 275 Транспортні технології

275.02 Транспортні технології (на залізничному транспорті)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,

професор, д-р техн. наук

 Олександр ОГАР

«24» жовтня 2025 р.

ЗАВДАННЯ

НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Островерх Анастасії Сергіївни

1. Тема проекту (роботи) «Удосконалення автоматизованої технології управління контейнерними перевезеннями залізницею в умовах невизначеності»

керівник Колісник Аліна Володимирівна, канд. техн. наук, доцент
затверджена розпорядженням по факультету управління процесами перевезень
від 24 жовтня 2025 року №19/25.

2 Строк подання студентом роботи 15 січня 2026 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Технологічний процес, техніко-експлуатаційна характеристика вантажних терміналів Ліски, статистичні дані обсягів вантажних перевезень різними видами транспорту за 2020-2025 роки.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ.

1 Дослідження стану ынтермодальних перевезень в Україні та за кордоном.

2 Огляд різних способів транспортування вантажів у контейнерах в системі інтермодальних перевезень.

3 Формалізація процесу управління інтермодальними перевезеннями в умовах взаємодії залізничних станцій і морських портів.

4. Удосконалення структури ІКС перевізного процесу.

Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Мета та завдання дослідження 2 Об'єкт, предмет дослідження, елементи наукової новизни 3 Аналіз статистичних даних вантажних перевезень в Україні 4 Схема вантажних логістичних терміналів. 5. Схематичне представлення взаємодії елементів системи інтермодальних перевезень при моделюванні перевізного процесу 6. Математична модель управління інтермодальними перевезеннями в умовах взаємодії залізничних станцій і морських портів 7. Структура інформаційно-керуючої системи 8. Розрахунки економічної ефективності запропонованої технології. 9. Висновки

6 Консультанти окремих розділів

Розділ	Прізвище, ініціали, посада та науковий ступінь консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічне обґрунтування запропонованого проектного рішення	Балака Є.І. к.е.н., доцент		

7 Дата видачі завдання 24 жовтня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1 Дослідження стану інтермодальних перевезень в Україні та за кордоном	05.11.2025	виконано
2 Огляд різних способів транспортування вантажів у контейнерах в системі інтермодальних перевезень	15.11.2025	виконано
3 Формалізація процесу управління інтермодальними перевезеннями в умовах взаємодії залізничних станцій і морських портів	15.12.2025	виконано
4 Удосконалення структури ІКС перевізного процесу	25.12.2025	виконано
5 Визначення економічної доцільності запропонованої технології	05.01.2026	виконано
Оформлення роботи	12.01.2026	виконано

Студентка_ 

Анастасія ОСТРОВЕРХ

Керівник_ 

Аліна КОЛІСНИК

Зміст

Вступ		5
1	Дослідження стану інтермодальних перевезень в Україні та за кордоном	8
1.1	Закордонний досвід організації транспортування контейнерів в системі інтермодальних перевезень	8
1.2	Дослідження технічного оснащення інтермодальних терміналів в країнах ЄС	11
1.3	Дослідження обсягів вантажних перевезень в Україні	17
2	Огляд різних способів транспортування вантажів у контейнерах в системі інтермодальних перевезень	26
2.1	Транспортно-технологічні системи доставки вантажів	26
2.2	Аналіз технічних характеристик інтермодальних транспортних одиниць, що використовуються у світі	35
3	Формалізація процесу управління інтермодальними перевезеннями в умовах взаємодії залізничних станцій і морських портів	43
3.1	Побудова математичної моделі управління інтермодальними перевезеннями в умовах взаємодії залізничних станцій і морських портів	43
3.2	Аналіз методів вирішення задач нелінійного програмування	54
3.3	Оптимізація моделі	57
4	Удосконалення структури ІКС перевізного процесу	60
4.1	Аналіз застосування автоматизованих систем на залізничних станціях	60
4.2	Удосконалення ІКС взаємодії залізничних термінальних станцій і морських портів в умовах контейнерних перевезень	63
4.3	Визначення економічної доцільності запропонованої технології	68
	Висновки	73
	Список використаних джерел	75

УАТУК.300.00.00.000 ПЗ									
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Удосконалення автоматизованої технології управління контейнерними перевезеннями в умовах невизначеності	Лит.	Арк.	Акрушів	
		Островерх А.С.						4	79
		Колісник А.В.							
		Шаповал Г.В.				УкрДУЗТ			
		Огар О.М.							

Вступ

Актуальність теми. У сучасних умовах світової економіки контейнерні перевезення є одним із ключових елементів глобальної транспортно-логістичної системи. За даними міжнародних аналітичних організацій, світовий контейнерообіг у морських портах у 2024 році перевищив 900 млн TEU, що підтверджує стабільну тенденцію до зростання та відновлення міжнародної торгівлі. Контейнеризація вантажів забезпечує ефективну взаємодію між видами транспорту, скорочення термінів доставки, підвищення надійності перевезень і зниження логістичних витрат, що робить її базовим елементом розвитку інтермодальних і мультимодальних перевезень у світі.

В Україні контейнерні перевезення набувають особливої актуальності в умовах воєнного стану, коли відбулося порушення традиційних логістичних маршрутів, обмеження морського сполучення та суттєва трансформація вантажопотоків. Поступове та часткове відновлення роботи морських портів створює передумови для нарощування контейнерообігу, однак супроводжується значними обмеженнями пропускної спроможності та нерівномірністю роботи портової інфраструктури. За цих умов ключову роль відіграє залізничний транспорт, який забезпечує зв'язок між внутрішніми регіонами країни та морськими портами.

Особливістю сучасного етапу розвитку контейнерних перевезень є їх здійснення в умовах високого рівня невизначеності, що зумовлена коливаннями обсягів вантажопотоків, нерівномірністю надходження контейнерів від вантажовідправників, змінами в режимах роботи портів і прикордонних переходів, а також впливом зовнішніх факторів безпеки. Випадковий характер формування контейнерних потоків та змінність умов їх обробки ускладнюють планування перевізного процесу та знижують ефективність використання інфраструктури і рухомого складу.

У таких умовах особливої актуальності набуває удосконалення технології контейнерних перевезень на стику залізничного та морського транспорту, з урахуванням факторів невизначеності та ризиків. Оптимізація процесів накопичення, формування та просування контейнерів дозволяє зменшити простої, підвищити пропускну і переробну спроможність терміналів та забезпечити стійкість функціонування транспортної системи України відповідно до світових тенденцій розвитку логістики.

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є удосконалення автоматизованої технології управління контейнерними перевезеннями залізницею в умовах невизначеності за рахунок впровадження системи підтримки прийняття рішень при оперативному плануванні транспортування контейнеропотоків з метою зменшення простоїв контейнерів та експлуатаційних витрат.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні *завдання*:

- провести аналіз техніко-експлуатаційних характеристик вантажних логістичних терміналів на території України;
- аналіз статистичних даних вантажних перевезень залізничним транспортом;
- дослідити технології надходження вантажів у контейнерах від вантажовідправників до вантажних логістичних терміналів;
- формалізувати технологію взаємодії вантажних логістичних терміналів, залізничних станцій з морським портом та сформулювати модель транспортування контейнерів залізницею для завантаження на судно при взаємодії залізничного та морського транспорту;
- удосконалити інформаційно-керуючу систему взаємодії вантажних логістичних терміналів, залізничних станцій і порту;
- провести техніко-економічне обґрунтування запропонованих заходів.

Об'єкт дослідження – процес організації контейнерних перевезень.

Предмет дослідження – технологія взаємодії вантажних логістичних терміналів, залізничних станцій та морського порту під час транспортування контейнерів в умовах невизначеності.

Елементи наукової новизни. Математична модель управління контейнерними перевезенням в умовах взаємодії вантажних логістичних терміналів, залізничних станцій і морських портів з урахуванням пропускної спроможності інтермодальної системи на основі системного підходу.

Висновки

Аналіз технології транспортування вантажів у контейнерах залізничним транспортом в умовах невизначеності показав, що критично важливим елементом даної логістичної системи є вантажні логістичні термінали, через які здійснюється концентрація, обробка та подальше відправлення вантажів. Особливу увагу при цьому займають випадковість надходження вантажів, нерівномірність їх потоків та час накопичення контейнерів на терміналах, що безпосередньо впливає на пропускну здатність і ритмічність роботи.

Було розглянуто технологію функціонування вантажних логістичних терміналів мережі ЦТС «Ліски» та їх технічне оснащення. Встановлено, що ефективність контейнерних перевезень значною мірою залежить від узгодженості операцій між залізницею, автотранспортом та морськими портами. Наявні часові затримки, обмеження накопичення та нерівномірність вантажопотоків формують вузькі місця, які знижують швидкість логістичного обслуговування та ускладнюють планування транспортних операцій.

В умовах високої невизначеності та нестабільності геополітичної ситуації контейнерні перевезення стають ключовою ланкою в системі забезпечення експорту, але водночас потребують удосконалення технологій накопичення та розподілу вантажів, підвищення узгодженості взаємодії між залізничними, термінальними та портовими структурами, а також розширення пропускних можливостей альтернативних транспортних коридорів.

З метою збільшення пропускну та переробної здатності залізничної інфраструктури при контейнерних перевезеннях запропоновано удосконалення автоматизованої системи керування вантажними перевезеннями АСК ВП УЗ-Є шляхом створення нового автоматизованого робочого місця інтермодального оператора і впровадження додаткових модулів на АРМ ДНЦ, ДСП, ДНЦОВ та ДСЦ. Дані модулі передбачають використання системи підтримки прийняття рішень (СППР), що дозволяє здійснювати прогнозування роботи транспортних

вузлів, планування вагонопотоків та оптимізацію завантаження терміналів і портів.

Запропонована автоматизація забезпечує покращення координації між портами та залізничними станціями, скорочуючи час перебування контейнерів у пунктах перевалки та підвищуючи ритмічність транспортного процесу. Удосконалена технологія дозволяє підвищити ефективність використання залізничної інфраструктури та знизити експлуатаційні витрати, що є особливо актуальним в умовах зростання міжнародної конкуренції на ринку транспортних послуг.

Розрахунки довели, що впровадження запропонованих рішень дає змогу зменшити експлуатаційні витрати на перевезення контейнерів залізницею орієнтовно на 12%. Інтегральний економічний ефект, який враховує вигоди для вантажовідправників та залізниці з урахуванням капітальних та поточних витрат на впровадження удосконаленої технології протягом п'ятирічного періоду, становить 650,90 млн грн.

Отримані результати підтверджують доцільність розроблених пропозицій та забезпечують наукове обґрунтування необхідності подальшого розвитку автоматизованих систем управління інтермодальними перевезеннями в Україні.

Список використаних джерел

1. Островерх А.С., Логоша О.О., Удосконалення технології управління контейнерними перевезеннями залізницею в умовах невизначеності. Тези 85 студентської науково-технічної конференції, (10-11 грудня 2025 р.). URL: https://kart.edu.ua/wp-content/uploads/2025/12/tezi-sntk-85_2025.pdf
2. Intermodal Terminals – European experiences. URL: https://www.intermodal-terminals.eu/terminal-basics.php?utm_source=chatgpt.com
3. Портова галузь України 2023: другий рік роботи в умовах війни. URL: https://cfts.org.ua/infographics/portova_galuz_ukrani_2023_drugiy_rik_roboti_v_umovakh_viyeni
4. Аналіз сучасного стану транспортної галузі України у розрізі вантажних перевезень. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/5325>
5. Optimizing Container Terminal Operations: A Comparative Analysis of Hierarchical and Integrated Solution Approaches. URL: https://www.researchgate.net/publication/388046930_Optimizing_Container_Terminal_Operations_A_Comparative_Analysis_of_Hierarchical_and_Integrated_Solution_Approaches
6. The Impact of the Use of Technology in International Rail Freight Transport on Transport Processes. URL: https://www.researchgate.net/publication/370311038_The_Impact_of_the_Use_of_Technology_in_International_Rail_Freight_Transport_on_Transport_Processes
7. Національна стратегія-2030 - Drive Ukraine. Міністерство розвитку громад та територій України. URL: <https://mtu.gov.ua/files/projects/str.html>
8. Звіт про прямі збитки інфраструктури від руйнувань внаслідок військової агресії Росії проти України станом на початок 2024 року. KSE. 2024. URL: https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/04/01.01.24_Damages_Report.pdf

9. Гусєв Ю., Циганок О., Вечір К., Біроваш М. Галузєві тренди. Стан логістичної галузі в Україні: тренди та особливості. Kyivstar Business Hub – корпоративний блог для бізнесу. 2024. URL: <https://hub.kyivstar.ua/articles/galuzevi-trendi-stan-logistichnoyi-galuzi-v-ukrayini-trendi-ta-osoblivosti>

10. Стали відомі обсяги перевалки в портах Південний, Чорноморськ і Одеса в 2024 році. Центр транспортних стратегій. 2025. URL: https://cfts.org.ua/news/2025/01/16/stali_vidomi_obsyagi_perevalki_portiv_pivdenniy_chornomorsk_i_odesa_v_2024_rotsi_81688

11. У 2024 році частка експорту в залізничних вантажних перевезеннях зросла до 48%. Rail.insider. 2025. URL: <https://www.railinsider.com.ua/u-2024-roczichastka-eksportu-v-zaliznychnyh-vantazhnyh-perevezennyahzrosla-do-48/>

12. Григоренко Ю. Експортні залізничні перевезення зменшилися на 5,8% у 2023 році. ГМК. URL: <https://gmk.center/ua/infographic/eksportni-zaliznichni-perevezennya-zmenshilisya-na-5-8-u-2023-roci/>

13. Алексійчук Н. М. Удосконалення технологічного забезпечення контейнерних перевезень з використанням резервів провізних спроможностей залізничного транспорту: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.01. Київ. 2013. 24с.

14. Колісник А.В. Формування автоматизованої технології транспортування контейнерів залізницею на основі теорії випадкових потоків : дис. ...канд. техн. наук : 05.22.01 – транспортні системи ; 27–Транспорт / Аліна Володимирівна Колісник ; наук. керівник Бутько Т. В. ; Укр. держ. ун-т залізн. трансп. - Харків, 2020. - 225 с.- Бібліогр. : с. 159-173.

15. Андрієнко М.М. Організаційно-економічний механізм сервісного обслуговування залізничних контейнерних перевезень: автореф. Дис. канд. економ. наук: спец. 08.00.04 – «Економіка та управління підприємствами» [Текст] / М.М. Андрієнко: ДЕТУТ, 2009. – 24 с.

16. Корнієнко В. П. Економіко-математичне моделювання функціонування системи контейнерних перевезень: автореф. канд.економ. наук: спец. 08.03.02 – економіко-математичне моделювання [Текст] / В. П. Корнієнко :

Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних систем та технологій НАН України та МОН України, 2006. – 18 с.

17. Від блокади до відновлення: як змінюється морський контейнерний ринок України. URL:

https://cfts.org.ua/articles/vid_blokadi_do_vidnovlennya_yak_zminyuetsya_morskiy_konteynerniy_rinok_ukrani_2123?fbclid=IwY2xjawKvc41leHRuA2FlbQIxMABicmlkETf6aTRxN3MxQ2F6Y1dEcFJHAR6EujFWoDjuLI2uF5V90CKRHG11heBah1o89_deBoA4bk55paTt0zYI8-PdkQ_aem_Z14S2Cqyu1ikYz3x5JM0Pg

18. Шраменко Н. Ю., Рокало Л. В. Оптимізація транспортно-технологічних процесів при перевалці вантажів на припортовому терміналі. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2012. №1. С. 37-40.

19. Вільковський Є. К., Бурніцький С. М., Дзелендзяк О. Й. Особливості контрейлерних перевезень при перетині кордону. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2007. Вип.17.8. С.146-151.

20. Кузнецов М. М., Сівченко І. В. Розроблення технології комбінованих (контрейлерних) перевезень. *Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту*. 2012. Вип. 128. С. 69-72.

21. Бутько, Т. В., Ломотько Д. В., Головка Т. В. Удосконалення сумісної роботи портів та залізничних вузлів на основі логістичних. *Східно-європейський журнал передових технологій*. 2007. №3/6 (27). С. 10-16.

22. Пархоменко Л.О., Прохоров В.М., Калашнікова Т.Ю., Шандер О.Е. Розроблення СППР для управління процесом формування контейнерних поїздів у рамках системи інтермодальних перевезень. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2023. Т.28 (3). С. 29-42.

23. Публікація документів Державної Служби Статистики України. Держстат України, 1998-2019. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/tr.htm

24. Butko T., Prokhorov V., Kolisnyk A., Parkhomenko L. Devising an automated technology to organize the railroad transportation of containers for intermodal deliveries based on the theory of point. *Eastern-European journal of*

enterprise technologies. 2020. Vol. 1, № 3 (103). P. 6–12. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.156098.

25. Prince A. H. Capacity factors in intermodal road-rail terminals: diss... m. sc. of logistics and transportation: Göteborg, Sweden, 2015. 125 p.

26. Woxenius J., Bärthel F. Intermodal road–rail transport in the European Union. *The future of intermodal freight transport*. ed. Konings R., Priemus H., Nijkamp P. London: Edward Elgar Publishing. 2008. 360 p.

27. Su Y., Zhang Q., Yuan Z., Gao Y., Ding S. Quantitative analysis of human error probability in high-speed railway dispatching tasks. *IEEE Access*. 2020. №8 P. 56253–56266.

28. Baranyi A., Racz G., Saghi B. Application of simulation systems in planning and training of railway operation. *Formal methods for railway operation and control systems: Proceedings of symposium FORMS2003*. L'Harmattan, Budapest, 2003.

29. Wang Y., Ye X., Zhou H., Zha H., Song L. Linking micro event history to macro prediction in point process models. *Proceedings of the 20-th International Conference on Artificial Intelligence and Statistics, PMLR*. 2017. № 54. P. 1375–1384.

30. Лаврухін О. В., Долгополов П. В., Петрушов В. В., Ходаківський О. М. Інформаційні системи та технології при управлінні залізничними перевезеннями: навчальний посібник. Харків. 2011. 118с.

31. Скалозуб В. В., Соловьев В. П., Жуковицкий И. В., Гончаров К. В. Интеллектуальные транспортные системы железнодорожного транспорта (основы инновационных технологий: пособие. Издательство Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта им. акад. В.Лазаряна. 2013. 207 с.

32. Prokhorchenko A., Panchenko A., Parkhomenko L., Nesterenko H., Muzykin M., Prokhorchenko H., Kolisnyk A. Forecasting the estimated time of arrival for a cargo dispatch delivered by a freight train along a railway section. *Eastern-European journal of enterprise technologies*. 2019. Vol. 3, № 3 (99). P. 30–38. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.156098 (видання індексується у базі Scopus).

33. Бутько Т. В. Шумик Д. В. Сучасні інформаційні технології в управлінні залізничними підрозділами: конспект лекцій. Харків: УкрДАЗТ. 2014. 85с.

34. Балака Є. І., Зоріна О. І., Колеснікова І. М., Писаревський І. М. Оцінка економічної доцільності інвестицій в інноваційні проекти на транспорті: навч. посіб. Харків:УкрДАЗТ. 2005. 210 с.

35. Збірник тарифів на перевезення вантажів залізничним транспортом у межах України та пов'язані з ними послуги та коефіцієнти до збірника тарифів URL:https://www.uz.gov.ua/cargo_transportation/tariff_conditions/transportation_in_ukraine/ Соглашение о международном железнодорожном грузовом сообщении (СМГС). - Режим доступа: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/998_011/page.